

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-217500

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.Cl. H01S 5/022
G11B 7/125
G11B 7/13
G11B 7/135
H01S 5/40

(21)Application number : 2000-355583

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 22.11.2000

(72)Inventor : ITO KUNIO
KAMIMURA NOBUYUKI
YURI MASAOKI

(30)Priority

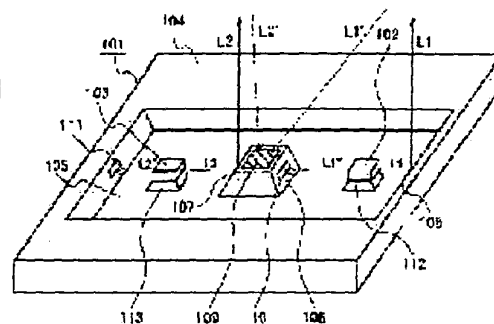
Priority number : 11333784 Priority date : 25.11.1999 Priority country : JP

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE AND LIGHT PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make the intervals of light emission points between semiconductor element small and prevent the influence of heat generated by the heat generating semiconductor laser elements on the other semiconductor layer elements in a semiconductor device which comprises a plurality of such semiconductor laser elements.

SOLUTION: A recessed part is formed in a silicon substrate and then a quadrangular mesa-like projection whose slant face consists of a (111) surface, (1-11) surface, (-1-11) surface, and (-111) surface is formed by silicon process. Out of these surfaces, the outer and inner faces of the (111) surface are used as reflection mirrors. The semiconductor laser element are fixed on small projections formed in the recessed part of the silicon substrate and photodetectors are mounted on top faces of the projections to receive return light beams L1', L2' from an optical disc.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-217500

(P2001-217500A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
H 0 1 S	5/022	H 0 1 S	5/022
G 1 1 B	7/125	G 1 1 B	7/125
	7/13		7/13
	7/135		7/135
			A
			Z
			A

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

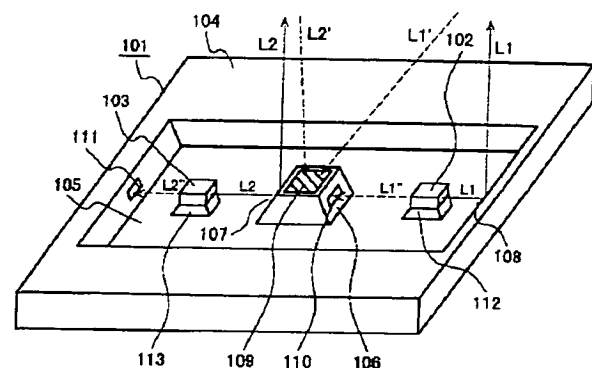
(21) 出願番号	特願2000-355583 (P2000-355583)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成12年11月22日 (2000. 11. 22)	(72) 発明者	伊藤 国雄 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平11-333784	(72) 発明者	上村 信行 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内
(32) 優先日	平成11年11月25日 (1999. 11. 25)	(72) 発明者	油利 正昭 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	100095555 弁理士 池内 寛幸 (外5名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置及び光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 複数の半導体レーザ素子を有する半導体装置において、半導体レーザ素子間の発光点間隔を小さくすると共に、半導体レーザ素子から発生する熱が他の半導体レーザ素子に及ぶことを防止する。

【解決手段】 シリコン基板上に凹部を形成すると共に、その凹部の中央付近に、斜面が(111)面、(1-11)面、(-1-11)面、(-111)面からなる四角錐台状の凸起を、シリコンプロセスを用いて形成する。これらの斜面のうち(111)外面、(111)内面を反射ミラー面とする。半導体レーザ素子をそれぞれ凹部の上に形成された小凸起の上に固定し、凸起の頂面に光ディスクからの戻り光ビームL1'、L2'を受光する受光素子を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、前記基板上に前記基板を加工して形成され、複数の側面を有する凸起と、前記基板上に設けられた複数の半導体レーザ素子とを備え、前記複数の半導体レーザ素子が、それぞれの端面を前記凸起のそれぞれ異なる側面に対向させて配置された半導体装置。

【請求項2】 前記凸起が角錐台状に形成され、その頂面に受光素子が設けられた請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】 前記基板上に前記基板を加工して形成された複数の小凸起をさらに備え、それぞれの前記小凸起に半導体レーザ素子が載置された請求項1に記載の半導体装置。

【請求項4】 前記半導体レーザ素子と前記凸起の側面との間の前記基板上に溝が形成された請求項1に記載の半導体装置。

【請求項5】 前記凸起が前記基板の主面に対して 40° 以上 50° 以下の角度をなす4つの側面を有し、かつ、前記半導体レーザ素子が、主ビームの出射端面を前記凸起の側面に対向させて配置された請求項1に記載の半導体装置。

【請求項6】 前記基板がシリコン基板であり、前記基板の主面が $\langle 1-10 \rangle$ 方向に 5° 以上 15° 以下の範囲で傾斜した $\langle 100 \rangle$ 面であり、前記凸起の側面のうち前記半導体レーザ素子の主ビームの出射端面に対向する面が $\langle 111 \rangle$ 面である請求項1に記載の半導体装置。

【請求項7】 前記基板がシリコン基板であり、前記基板の主面が $\langle 1-10 \rangle$ 方向に 1° 以上 11° 以下の範囲で傾斜した $\langle 511 \rangle$ 面であり、前記凸起の側面のうち前記半導体レーザ素子の主ビームの出射端面に対向する面が $\langle 111 \rangle$ 面である請求項1に記載の半導体装置。

【請求項8】 前記基板上に前記基板を加工して形成され、複数の側面を有する凹部をさらに備え、前記凸起及び複数の半導体レーザ素子が前記凹部に設けられた請求項1に記載の半導体装置。

【請求項9】 前記複数の半導体レーザ素子が、前記凸起の側面に対向する端面と反対側のそれぞれの端面を前記凹部のそれぞれ異なる側面に対向させて配置された請求項8に記載の半導体装置。

【請求項10】 前記半導体レーザ素子の一方の端面からは主ビームが出射されると共に、他方の端面からはモニタ光ビームが出射され、前記モニタ光ビームの出射端面に対向する前記凸起の側面又は前記凹部の側面に、前記モニタ光ビームを受光するモニタ用受光素子が設けられた請求項9に記載の半導体装置。

【請求項11】 前記凹部の外周に受光素子が設けられた請求項8に記載の半導体装置。

【請求項12】 前記受光素子が、複数の分割された受

光領域を有する請求項11に記載の半導体装置。

【請求項13】 前記受光素子の分割された方向が、前記半導体レーザ素子の端面に平行な方向である請求項12に記載の半導体装置。

【請求項14】 前記半導体レーザ素子と前記凹部の側面との間の前記基板上に溝が形成された請求項8に記載の半導体装置。

【請求項15】 前記基板がシリコン基板であり、前記凹部の底面が $\langle 1-10 \rangle$ 方向に 5° 以上 15° 以下の範囲で傾斜した $\langle 100 \rangle$ 面であり、前記凹部の側面のうち前記半導体レーザ素子の主ビームの出射端面に対向する面が $\langle 111 \rangle$ 面である請求項8に記載の半導体装置。

【請求項16】 前記基板がシリコン基板であり、前記凹部の底面が $\langle 1-10 \rangle$ 方向に 1° 以上 11° 以下の範囲で傾斜した $\langle 511 \rangle$ 面であり、前記凹部の側面のうち前記半導体レーザ素子の主ビームの出射端面に対向する面が $\langle 111 \rangle$ 面である請求項8に記載の半導体装置。

【請求項17】 複数の半導体レーザ素子と複数の受光素子と複数の反射面とが同一の基板に設けられ、かつ、前記複数の半導体レーザ素子が、それぞれの端面を異なる前記反射面に対向させて配置された半導体装置と、前記半導体レーザ素子から出射されて光記録媒体へ向かう光ビームの光軸上に配置されたホログラム素子とを備えた光ピックアップ装置。

【請求項18】 複数の半導体レーザ素子を有する半導体装置と、前記半導体レーザ素子から出射されて光記録媒体へ向かう光ビームの光軸上に配置されたホログラム素子とを備えた光ピックアップ装置であって、前記半導体装置として請求項1～16のいずれかに記載の半導体装置が用いられることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項19】 前記ホログラム素子が複数の回折格子を有する請求項17又は18に記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光情報処理、光計測、光通信等に用いられる半導体装置及び光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、2つの光源を集積した半導体装置として、光ピックアップ内に赤色半導体レーザ素子及び赤外半導体レーザ素子を独立に配置するハイブリッド集積と、同一基板上に赤色半導体レーザ構造及び赤外半導体レーザ構造を集積するモノリシック集積とが知られている。

【0003】 以下、これら2つの集積例について説明する。

【0004】まず、従来の、2つの光源をモノリシックに集積した半導体装置の概略について、図14を参照しながら説明する。

【0005】図14に示すように、この半導体装置1においては、フォトダイオードIC2の上に、例えばDVD用の波長約650nmのレーザ光L11を出射する半導体レーザ素子3と、例えばCD用の波長約780nmのレーザ光L12を出射する半導体レーザ素子4と、複数のセンサ素子5a～5dを有するフォトディテクタ5と、反射ミラーとして機能するマイクロプリズム6とが集積化して設けられていると共に、マイクロプリズム6の上側に、例えば光ディスクのような光記録媒体（図示せず）からの戻り光ビームの0次光、+1次光、-1次光を分岐させてセンサ素子5a～5dに入射させるためのホログラムプレート7が設けられている（特開平11-149652号公報参照）。尚、半導体レーザ素子3、4としては、同一のLOPS上に形成されたものが知られている（日経エレクトロニクス 1999年6月28日号 第29ページ～第30ページ）。

【0006】次に、従来の、2つの光源をハイブリッドに集積した半導体装置の概略について、図15を参照しながら説明する。

【0007】図15に示すように、この半導体装置9においては、基板10の上に、例えばDVD用の波長約650nmのレーザ光L13を出射する半導体レーザ素子11と、例えばCD用の波長約780nmのレーザ光L14を出射する半導体レーザ素子12と、複数のフォトディテクタ13、14と、反射ミラーとして機能するマイクロプリズム15とが集積化して設けられていると共に、マイクロプリズム15の上側に、例えば光ディスクのような光記録媒体（図示せず）からの戻り光ビームL13'、L14'をフォトディテクタ13、14に入射させるための光学素子（図示せず）が設けられている（特開平9-120568号公報、特開平10-64107号公報、特開平11-39693号公報、特開平11-161993号公報参照）。尚、半導体レーザ素子11、12は、それぞれマウント17、18を介して基板10の上に載置されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の構成には、以下のような問題があった。

【0009】まず、従来の、2つの光源をモノリシックに集積した半導体装置にあっては、半導体レーザ素子3と半導体レーザ素子4とが、レーザの出射端面が同じ向きに並ぶように並列に設けられているので、半導体レーザ素子3と半導体レーザ素子4との発光点間隔を100μm以下にすることが困難である。そのため、2つの半導体レーザ素子3、4からそれぞれ出射される赤色レーザと赤外レーザが光学素子から受ける影響が異なることとなり、一方の半導体レーザ素子の動作特性が悪くなる

という問題があった。特に、半導体レーザ素子3と半導体レーザ素子4を近接させて配置した状態で、半導体レーザ素子3、4のどちらか一方に30mW以上の高出力動作を行わせると、一方の半導体レーザ素子において発生する熱が他方の半導体レーザ素子に及んで半導体レーザ素子の特性劣化を招くという問題があった。

【0010】また、従来の、2つの光源をハイブリッドに集積した半導体装置にあっては、マイクロプリズム15が半導体レーザ素子11と半導体レーザ素子12との間に配置された構成となっているので、マイクロプリズム15が所定の位置からずれて配置された場合には、半導体レーザ素子11、12からそれぞれ出射されるレーザ光L13、L14の光路がずれてしまう。そして、その分だけ半導体レーザ素子11と半導体レーザ素子12との間の見かけ上の発光点間隔（以下『発光点間隔』というときには『見かけ上の発光点間隔』を含むものとする）がばらついてしまい、発光点間隔を小さくすることが困難であるという問題があった。

【0011】さらに、上記従来の半導体装置にあっては、例えばLOPSのようなマウントを介して半導体レーザ素子を載置するようにされているので、マウントの厚さのばらつき分だけ発光点間隔がばらついてしまい、発光点間隔を小さくすることが困難であるという問題があった。

【0012】本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、複数の半導体レーザ素子間の発光点間隔を小さくすることができると共に、半導体レーザ素子に高出力動作を行わせた場合に発生する熱が他の半導体レーザ素子に及ぶことを防止することのできる半導体装置及び光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係る半導体装置の構成は、基板と、前記基板上に前記基板を加工して形成され、複数の側面を有する凸起と、前記基板上に設けられた複数の半導体レーザ素子とを備え、前記複数の半導体レーザ素子が、それぞれの端面を前記凸起のそれぞれ異なる側面に対向させて配置されたことを特徴とする。この半導体装置の構成によれば、基板上に複数の側面を有する凸起が形成されているので、マイクロプリズムが不要となる。また、複数の半導体レーザ素子を一直線上に配置することができるので、複数の半導体レーザ素子間の発光点間隔を小さくすることができる。また、複数の半導体レーザ素子が、それぞれの端面を前記凸起のそれぞれ異なる側面に対向させて配置されているので、半導体レーザ素子に高出力動作を行わせた場合に発生する熱が他の半導体レーザ素子に及ぶことを防止することができる。その結果、半導体レーザ素子の特性劣化を防止することができる。

【0014】また、前記本発明の半導体装置の構成にお

いては、前記凸起が角錐台状に形成され、その頂面に受光素子が設けられているのが好ましい。この好ましい例によれば、受光素子を一カ所に配置させることができるので、半導体装置の小型化を図ることができる。

【0015】また、前記本発明の半導体装置の構成においては、前記基板上に前記基板を加工して形成された複数の小凸起をさらに備え、それぞれの前記小凸起に半導体レーザ素子が載置されているのが好ましい。この好ましい例によれば、特に半導体レーザ素子をpサイドダウン実装した場合に、半導体レーザ素子の端面から出射されるレーザビームの一部が基板の表面に遮られるのを防止することができる。

【0016】また、前記本発明の半導体装置の構成においては、前記半導体レーザ素子と前記凸起の側面との間の前記基板上に溝が形成されているのが好ましい。この好ましい例によれば、半導体レーザ素子の端面から出射されるレーザビームの一部が基板の表面に遮られるのを防止することができる。

【0017】また、前記本発明の半導体装置の構成においては、前記凸起が前記基板の主面に対して 40° 以上 50° 以下の角度をなす4つの側面を有し、かつ、前記半導体レーザ素子が、主ビームの出射端面を前記凸起の側面に対向させて配置されているのが好ましい。この好ましい例によれば、半導体レーザ素子から出射される主ビームを凸起の側面で反射させて、基板に対して垂直な方向へ導くことができる。

【0018】また、前記本発明の半導体装置の構成においては、前記基板がシリコン基板であり、前記基板の主面が $\langle 1-10 \rangle$ 方向に 5° 以上 15° 以下の範囲で傾斜した (100) 面であり、前記凸起の側面のうち前記半導体レーザ素子の主ビームの出射端面に対向する面が (111) 面であるのが好ましい。ここで、 $\langle 1-10 \rangle$ 方向は、下記(数1)によって表記される方向を意味するものとする。

【0019】

【数1】

$$\langle 1\bar{1}0 \rangle$$

【0020】この好ましい例によれば、凸起の側面に対する半導体レーザ素子の主ビームの入射角度を 45° に近づけることができる。

【0021】また、前記本発明の半導体装置の構成においては、前記基板がシリコン基板であり、前記基板の主面が $\langle 1-10 \rangle$ 方向に 1° 以上 11° 以下の範囲で傾斜した (511) 面であり、前記凸起の側面のうち前記半導体レーザ素子の主ビームの出射端面に対向する面が (111) 面であるのが好ましい。この好ましい例によれば、凸起の側面に対する半導体レーザ素子の主ビームの入射角度を 45° に近づけることができる。

【0022】また、前記本発明の半導体装置の構成においては、前記基板上に前記基板を加工して形成され、複

数の側面を有する凹部をさらに備え、前記凸起及び複数の半導体レーザ素子が前記凹部に設けられているのが好ましい。また、この場合には、前記複数の半導体レーザ素子が、前記凸起の側面に対向する端面と反対側のそれぞれの端面を前記凹部のそれぞれ異なる側面に対向させて配置されているのが好ましい。この場合にはさらに、前記半導体レーザ素子の一方の端面からは主ビームが出射されると共に、他方の端面からはモニタ光ビームが出射され、前記モニタ光ビームの出射端面に対向する前記凸起の側面又は前記凹部の側面に、前記モニタ光ビームを受光するモニタ用受光素子が設けられているのが好ましい。この好ましい例によれば、半導体レーザ素子から出射される主ビームの出力を制御することができる。また、この場合には、前記凹部の外周に受光素子が設けられているのが好ましい。この好ましい例によれば、複数の受光素子を配置することができるので、半導体装置の受光感度を向上させることができる。この場合にはさらに、前記受光素子が、複数の分割された受光領域を有するのが好ましい。この好ましい例によれば、複数の分割された受光領域における信号を演算することにより、精度の高いトラッキング誤差検出を行うことができる。さらに、この場合には、前記受光素子の分割された方向が、前記半導体レーザ素子の端面に平行な方向であるのが好ましい。この好ましい例によれば、半導体レーザ素子を所定の位置からずれた位置に配置した場合においても、受光素子に入射する戻り光ビームの量をほとんど変化させないようにすることができる。また、この場合には、前記半導体レーザ素子と前記凹部の側面との間の前記基板上に溝が形成されているのが好ましい。また、この場合には、前記基板がシリコン基板であり、前記凹部の底面が $\langle 1-10 \rangle$ 方向に 5° 以上 15° 以下の範囲で傾斜した (100) 面であり、前記凹部の側面のうち前記半導体レーザ素子の主ビームの出射端面に対向する面が (111) 面であるのが好ましい。また、この場合には、前記基板がシリコン基板であり、前記凹部の底面が $\langle 1-10 \rangle$ 方向に 1° 以上 11° 以下の範囲で傾斜した (511) 面であり、前記凹部の側面のうち前記半導体レーザ素子の主ビームの出射端面に対向する面が (111) 面であるのが好ましい。

【0023】また、本発明に係る光ピックアップ装置の第1の構成は、複数の半導体レーザ素子と複数の受光素子と複数の反射面とが同一の基板に設けられ、かつ、前記複数の半導体レーザ素子が、それぞれの端面を異なる前記反射面に対向させて配置された半導体装置と、前記半導体レーザ素子から出射されて光記録媒体へ向かう光ビームの光軸上に配置されたホログラム素子とを備えたことを特徴とする。この光ピックアップ装置の第1の構成によれば、半導体装置そのものを小型化することができるので、光ピックアップ装置の小型化を図ることができる。

【0024】また、本発明に係る光ピックアップ装置の第2の構成は、複数の半導体レーザ素子を有する半導体装置と、前記半導体レーザ素子から出射されて光記録媒体へ向かう光ビームの光軸上に配置されたホログラム素子とを備えた光ピックアップ装置であって、前記半導体装置として前記本発明の半導体装置が用いられることを特徴とする。

【0025】また、前記本発明の光ピックアップ装置の第1又は第2の構成においては、前記ホログラム素子が複数の回折格子を有するのが好ましい。この好ましい例によれば、複数の半導体レーザ素子のそれぞれに由来する光記録媒体からの戻り光を複数の受光素子のそれぞれに入射させることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態を用いて本発明をさらに具体的に説明する。

【0027】尚、参照する図はあくまでも模式的な図であり、実際の縮尺を表すものではない。

【0028】〔第1の実施の形態〕図1は本発明の第1の実施の形態における半導体装置を示す斜視図、図2は図1に示す半導体装置の、半導体レーザ素子102、103を含んでシリコン基板104の主面に垂直な平面で切断した断面図である。

【0029】図1、図2に示すように、本実施の形態の半導体装置101においては、基板として、9.7°のオフアングルを有する(100)面(以下『(100)9.7°オフ面』という)を主面としたシリコン基板104が用いられている。

【0030】シリコン基板104の主面には、シリコンプロセスを用いて深さ200μmの凹部105が形成されている。凹部105は、一辺の長さが1.5mmの正方形の底面と、前記底面を取り囲むように設けられた4つの斜面とにより構成されている。凹部105を構成する底面は(100)9.7°オフ面からなり、底面を形成する4つの辺は<110>方向又は<1-10>方向に平行となっている。また、凹部105を構成する4つの斜面(以下これらの斜面を『外側面』という)は、(111)面、(1-11)面、(-1-11)面及び(-111)面(以下これらの面を『(111)外面』、『(1-11)外面』等という)からなる。ここで、(1-11)面は、下記(数2)によって表記される面を意味するものとする。尚、(-1-11)面、(-111)面等についても同様である。

【0031】

【数2】

$$(1\bar{1}1)$$

【0032】凹部105の中央付近には、シリコンプロセスを用いて高さ200μmの四角錐台状の凸起106が形成されている。凸起106は、正方形の底面と、4つの斜面と、頂面とにより構成されている。凸起10

6を構成する底面を形成する4つの辺は、<110>方向又は<1-10>方向に平行となっている。また、凸起106を構成する4つの斜面(以下これらの斜面を『内側面』という)は、(111)面、(1-11)面、(-1-11)面及び(-111)面(以下これらの面を『(111)内面』、『(1-11)内面』等という)からなる。凸起106を構成する頂面は、(100)9.7°オフ面からなり、頂面を形成する一辺の長さは50μmである。

【0033】上記外側面及び内側面のうち(111)外面及び(111)内面は、反射ミラー面107、108となっている。ここで、凹部105及び凸起106はシリコンプロセスを用いて形成されているため、反射ミラー面107、108を1μm以下の精度で作製することができる。このことは、下記第2及び第3の実施の形態においても同様である。シリコンプロセスを用いて凹部105の上に形成された小凸起112、113の上には、それぞれ半導体レーザ素子102、103が固定されている。半導体レーザ素子102、103は、その前方端面が<110>方向に平行となり、かつ、それぞれ反射ミラー面107、108に対向するように配置されている。また、凸起106の頂面には、光ディスクからの戻り光ビームL1'、L2'を受光するための受光素子109が設けられており、(-1-11)内面と(-1-11)外面には、それぞれモニタ用受光素子110、111が設けられている。モニタ用受光素子110、111は、それぞれ半導体レーザ素子102、103の後方端面から出射されるモニタ光ビームL1''、L2''の出力をモニタして、半導体レーザ素子102、103の前方端面から出射される主ビームの出力を調整するためのものである。尚、小凸起112、113は、凸起106と相似な形状を有しており、高さはそれぞれ50μmである。

【0034】図2に示すように、半導体レーザ素子102、103は、結晶成長面側(発光部側)が下側となるように、半田材(図示せず)によって固定されている。尚、2つの半導体レーザ素子102、103は、それぞれのビーム出射点が一直線上に並ぶように配置されている。

【0035】半導体装置の上記構成において、(111)外面及び(111)内面は、凹部105の底面に対して45°の角度をもって傾斜している。このような凹部105、凸起106、小凸起112、113は、シリコン基板101に酸化膜エッチングマスクを形成し、水酸化カリウム水溶液やエチレンジアミン等の異方性エッチングを実現する溶液を用いてエッチングすることにより、容易に形成することができる。

【0036】反射ミラー面107、108の表面には、厚さ300~500nmの金の膜(図示せず)が形成されており、反射ミラー面107、108の反射率は90

%以上になっている。この構成により、半導体レーザ素子102、103の前方端面から水平方向に出射された主ビームL1、L2は、それぞれ反射ミラー面107、108で反射されてシリコン基板104の主面に対して垂直あるいは垂直方向に近い方向にある光ディスク（図示せず）の方向へ進み、光ディスクで反射される。

【0037】本実施の形態によれば、2つの半導体レーザ素子102、103を一直線上に配置することができるので、半導体レーザ素子102と半導体レーザ素子103との間の発光点間隔を小さくすることができる。また、2つの半導体レーザ素子102、103が凸起106を挟んでシリコン基板104上の別々の場所に形成されているので、一方の半導体レーザ素子に30W以上の高出力動作をさせた場合に発生する熱が他方の半導体レーザ素子に及びにくくなる。その結果、半導体レーザ素子の特性劣化が防止される。

【0038】特に、凹部105の側面に対する半導体レーザ素子102及び凸起106の側面に対する半導体レーザ素子103の、それぞれの主ビームL1、L2の入射角度を45度に近づけることができる。

【0039】また、特に、半導体レーザ素子102、103がそれぞれ小凸起112、113の上に固定されているが、このようにすることにより、特に半導体レーザ素子102、103をpサイドダウン実装した場合、すなわち、半導体レーザ素子102、103のp側電極が例えば小凸起112、113に面するように半導体レーザ素子102、103を載置した場合に、半導体レーザ素子102、103の前方端面から出射される主ビームの一部が凹部105の底面に遮られるのを防止することができる。

【0040】本実施の形態で用いられる半導体レーザ102、103の例としては、波長780nmのAlGaAs系レーザ、波長650nmのAlGaInP系レーザ又は波長420nmのGaN系レーザを挙げることができる。そして、これらのうちのどれか2つを用いることにより、2波長型の半導体レーザ装置を得ることができる。また、例えば波長650nmの、AlGaInP系高出力レーザとAlGaInP系自励発振レーザというような、同一波長の2つの半導体レーザを用いてもよい。

【0041】2つの半導体レーザ素子102、103を一直線上に配置することによって半導体レーザ素子102と半導体レーザ素子103との間の発光点間隔、すなわち見かけ上の発光点間隔を小さくすることができることについて、図3を参照しながら説明する。尚、図3において、半導体装置101は図1に示すものと同一のものであり、それが筐体115内に載置され、カバーガラス116によって封止されている。さらに、カバーガラス116の上にホログラム素子114が載置されている。

【0042】図3に示すように、半導体レーザ素子102、103からそれぞれ水平方向に出射された主ビームL1、L2は、それぞれ反射ミラー面107、108で反射されて、垂直方向あるいは垂直方向に近い方向へ進む。このとき、半導体レーザ素子102、103のそれぞれから出射されるレーザ光の反射ミラー面107、108のそれぞれに入射する角度を適当に選べば、例えばホログラム素子114においてこれら2本の主ビームL1、L2が一点で交わるように、すなわち、ホログラム素子114において半導体レーザ素子102と半導体レーザ素子103との間の発光点間隔がゼロとなるようにすることができる。

【0043】次に、半導体レーザ装置としての上記半導体装置101を用いて構成される光ピックアップ装置について、図4を参照しながら説明する。

【0044】図4に示すように、この光ピックアップ装置においては、半導体装置101から出射される主ビームL1、L2上にホログラム素子114とコリメータレンズ117とが順に配置されている。ホログラム素子114とコリメータレンズ117とは、光ディスク118上に主ビームL1、L2が焦点を結ぶように配置されている。そして、光ディスク118からの戻り光ビームがコリメータレンズ117、ホログラム素子114を順に通過して、再び半導体装置101に入射し、受光素子109（図1、図2参照）によって光ディスク118の情報として検出される。

【0045】この光ピックアップ装置の構成においては、複数の半導体レーザ素子間の発光点間隔を小さくすることのできる半導体装置101を用いているので、レンズ等の光学系をより単純化することができる。その結果、安価な光ピックアップ装置を実現することができる。

【0046】尚、本実施の形態においては、凸起106の頂面に光ディスクからの戻り光ビームを受光するための受光素子109が設けられているが、必ずしもこの構成に限定されるものではない。例えば、図5に示すように、受光素子109をシリコン基板104の凹部105の外周に設けてもよい。

【0047】また、本実施の形態においては、半導体レーザ素子102、103を、結晶成長面側（発光部側）が下側となるように固定しているが、結晶成長面側（発光部側）が上側となるように固定してもよい。しかし、半導体レーザ素子102、103を、結晶成長面側（発光部側）が上側となるように固定すると、半導体レーザ素子102、103自身の厚さのばらつきが20 μ mと大きくなって、発光点位置のばらつきがその分だけ大きくなるので、半導体レーザ素子102、103を、結晶成長面側が下側となるように固定するのが望ましい。半導体レーザ素子102、103を、結晶成長面側が下側となるように固定すれば、発光点位置のばらつき、すな

わち発光点間隔が半導体レーザー素子102、103の結晶成長膜のばらつき(2 μ m程度)に抑えられて、より効果的である。また、この場合、小凸起112、113の代わりに半導体レーザー素子102、103の前方端面と反射ミラー面107、108との間に溝を形成すれば、半導体レーザー素子102、103の前方端面から出射される主ビームの一部が凹部105の底面に遮られるのを防止することができる。このことは、下記第2及び第3の実施の形態においても同様である。

【0048】また、本実施の形態においては、シリコン基板104の主面として、〈1-10〉方向を軸として9.7°のオフアングルを有する(100)面が用いられているが、5~15°のオフアングルを有する(100)面であれば、反射ミラー面107、108のシリコン基板104の表面に対する傾きを $40^\circ \leq \theta \leq 50^\circ$ の範囲に抑えることができ、傾きがほぼ45°の反射ミラー面107、108が得られるので、同様の効果が得られる。また、シリコン基板104と等価なシリコン基板として、〈1-10〉方向を軸として1~11°のオフアングルを有する(511)面を主面とする基板や、その他の結晶面から適当なオフアングルを設定した等価な基板を用いることにより、同様の効果が得られる。このことは、下記第2及び第3の実施の形態においても同様である。

【0049】[第2の実施の形態]図6は本発明の第2の実施の形態における半導体装置を示す斜視図である。

【0050】図6に示すように、本実施の形態の半導体装置201においては、シリコン基板206の主面である〈100〉9.7°オフ面の上に、上記第1の実施の形態と同様の寸法を有する凹部207と凸起208が形成されている。

【0051】凸起208を構成する(111)内面、及び(100)9.7°オフ面に対して45°の角度をなす3つの面(以下これらの面を凸起208の上方からみて反時計回りに『 α 内面』、『 β 内面』、『 γ 内面』という)が、反射ミラー面209、210、211、212となっている。凹部207の上に形成された小凸起218、219、220、221の上には、それぞれ半導体レーザー素子202、203、204、205が固定されている。半導体レーザー素子202、203、204、205は、その前方端面が凸起208の底面を形成する4つの辺のそれぞれに平行となり、かつ、それぞれ反射ミラー面209、210、211、212に対向するように配置されている。凸起208の頂面には、光ディスクからの戻り光ビームL3'、L4'、L5'、L6'を受光する受光素子213が設けられており、凹部207を構成する(111)外面、及び(100)9.7°オフ面に対して45°の角度をなす3つの面(以下これらの面を凹部207の上方からみて反時計回りに『 α 外面』、『 β 外面』、『 γ 外面』という)には、それぞれ

モニタ用受光素子214、215、216、217が設けられている。モニタ用受光素子214、215、216、217は、それぞれ半導体レーザー素子202、203、204、205の後方端面から出射されるモニタ光ビームL3''、L4''、L5''、L6''の出力をモニタして、半導体レーザー素子202、203、204、205の前方端面から出射される主ビームの出力を調整するためのものである。

【0052】尚、凸起208や小凸起218、219、220、221は、例えば図7に示すように、シリコン基板206の上にマスク222を形成し、反応性イオンエッチング(RIE: Reactive Ion Etching)を施すことによって形成することができる。また、小凸起218、219、220、221は、凸起208と相似な形状を有しており、高さはそれぞれ50 μ mである。

【0053】半導体レーザー素子202、203、204、205は、結晶成長面側(発光部側)が下側になるように、半田材(図示せず)によって固定されている。

【0054】反射ミラー面209、210、211、212の表面には、上記第1の実施の形態1と同様に、厚さ300~500nmの金の膜(図示せず)が形成されており、反射ミラー面209、210、211、212の反射率は90%以上になっている。この構成により、半導体レーザー素子202、203、204、205の前方端面から水平方向に出射された主ビームL3、L4、L5、L6は、それぞれ反射ミラー面209、210、211、212で反射されてシリコン基板206の主面に対して垂直あるいは垂直に近い方向にある光ディスク(図示せず)の方向へ進み、光ディスクで反射される。そして、光ディスクからの戻り光ビームL3'、L4'、L5'、L6'が受光素子213へ入射して、信号として取り出される。

【0055】本実施の形態によれば、半導体レーザー素子202と半導体レーザー素子204とを一直線上に配置することができ、かつ、半導体レーザー素子203と半導体レーザー素子205とを一直線上に配置することができるので、複数の半導体レーザー素子間の発光点間隔を小さくすることができる。

【0056】特に、凸起208の側面に対する半導体レーザー素子202、203、204、205の、それぞれ的主ビームL3、L4、L5、L6の入射角度を45度に近づけることができる。

【0057】また、受光素子213を凸起208の頂面に設けるようにしたことにより、半導体レーザー素子202、203、204、205と受光素子213とが配置されるシリコン基板204の領域をより狭くすることができるので、光ピックアップ装置の小型化を図ることができる。

【0058】本実施の形態で用いられる半導体レーザー素子202、203、204、205の例としては、波長

780nmのAlGaAs系レーザ、波長650nmのAlGaInP系レーザ又は波長420nmのGaN系レーザを挙げることができる。そして、これらを組み合わせて用いることにより、多波長型の半導体レーザ装置を得ることができる。また、例えば波長650nmの、AlGaInP系高出力レーザとAlGaInP系自励発振レーザというような、同一波長の半導体レーザを用

いてもよい。

【0059】下記(表1)に、半導体レーザ素子202、203、204、205の具体的な組み合わせと、読み取り又は書き込み可能な光ディスクとの関係を示す。

【0060】

【表1】

202	203	204	205	対応可能な光ディスク
波長 650nm 出力 5mW	波長 780nm 出力 100mW	波長 780nm 出力 5mW	波長 410nm 出力 5mW	CD,CD-RW, DVD-ROM, HD-DVD-ROM
波長 650nm 出力 5mW	波長 650nm 出力 100mW	波長 780nm 出力 5mW	波長 410nm 出力 5mW	CD,DVD-ROM, DVD-RAM, HD-DVD-ROM
波長 650nm 出力 5mW	波長 650nm 出力 100mW	波長 780nm 出力 5mW	波長 780nm 出力 100mW	CD,CD-RW, DVD-ROM, DVD-RAM
波長 650nm 出力 5mW	波長 780nm 出力 5mW	波長 410nm 出力 5mW	波長 410nm 出力 30mW	CD,DVD-ROM, HD-DVD-RAM

【0061】半導体レーザ装置としての半導体装置201を用いて構成される光ピックアップ装置は、上記第1の実施の形態と同様である。すなわち、この光ピックアップ装置の構成においては、複数の半導体レーザ素子間の発光点間隔を小さくすることのできる半導体レーザ装置としての半導体装置201を用いているので、レンズ等の光学系をより単純化することができる。その結果、安価な光ピックアップ装置を実現することができる。

【0062】〔第3の実施の形態〕図8は本発明の第3の実施の形態における半導体装置を示す斜視図である。

【0063】図8に示すように、本実施の形態の半導体装置301においては、シリコン基板306の主面である(100)9、7°オフ面の上に、深さ200μmの凹部307が形成されている。凹部307は、一辺の長さが0.5mmの十字形状の底面と、前記底面を取り囲むように設けられた12個の斜面とにより構成されている。凹部307を構成する底面は(100)9、7°オフ面からなり、底面を形成する12個の辺は<110>方向又は<1-10>方向に平行となっている。また、12個の斜面(以下これらの斜面を『外側面』という)は、(111)面、及び(100)9、7°オフ面に対して45°の角度をなす3種類の面からなる。

【0064】凹部307の中央付近には、高さ200μmの四角錐台状の凸起308が形成されている。凸起308は、正方形の底面と、4つの斜面と、頂面とにより構成されている。底面を形成する4つの辺は<11

0>方向又は<1-10>方向に平行となっている。また、凸起308を構成する4つの斜面は、(111)内面及びα内面、β内面、γ内面からなる。凸起308を構成する頂面は(100)9、7°オフ面からなり、頂面を形成する一辺の長さは50μmである。

【0065】凸起308を構成する(111)内面及びα内面、β内面、γ内面は反射ミラー面309、310、311、312となっている。凹部307の上に形成された小凸起318、319、320、321の上には、それぞれ半導体レーザ素子302、303、304、305が固定されている。半導体レーザ素子302、303、304、305は、その前方端面が凸起308の4つの辺のそれぞれに平行となり、かつ、それぞれ反射ミラー面309、310、311、312に対向するように配置されている。また、凹部307の外周には、光ディスクからの戻り光ビームL7'、L8'、L9'、L10'を受光するための受光素子313a~313dが設けられている。各受光素子313a~313dは、凸起308から各受光素子313a~313dへ向かう方向に細長く3分割された受光領域を有している。このように受光素子313a~313dを細長く3分割することにより、3ビーム法によるトラッキング誤差検出が可能となるので、精度の高いトラッキング検出が可能となる。半導体レーザ素子302、303、304、305の各々に対向する4つの外側面には、それぞれモニタ用受光素子314、315、316、317が

設けられている。モニタ用受光素子314、315、316、317は、それぞれ半導体レーザ素子302、303、304、305の後方端面から出射されるモニタ光ビームL7'、L8'、L9'、L10'の出力をモニタして、半導体レーザ素子302、303、304、305の前方端面から出射される主ビームの出力を調整するためのものである。

【0066】尚、凸起308や小凸起318、319、320、321は、シリコン基板306の上にマスクを形成し、反応性イオンエッチング(RIE: Reactive Ion Etching)を施すことによって形成することができる。また、小凸起318、319、320、321は、凸起308と相似な形状を有しており、高さはそれぞれ50 μ mである。

【0067】半導体レーザ素子302、303、304、305は、結晶成長面側(発光部側)が下側になるように、半田材(図示せず)によって固定されている。

【0068】反射ミラー面309、310、311、312の表面には、上記第1の実施の形態と同様に、厚さ300～500nmの金の膜(図示せず)が形成されており、反射ミラー面309、310、311、312の反射率は90%以上になっている。この構成により、半導体レーザ素子302、303、304、305の前方端面から水平方向に出射された主ビームL7、L8、L9、L10は、それぞれ反射ミラー面309、310、311、312で反射されてシリコン基板306の主面に対して垂直あるいは垂直に近い方向にある光ディスク(図示せず)の方向へ進み、光ディスクで反射される。そして、光ディスクからの戻り光ビームL7'、L

8'、L9'、L10'がそれぞれ受光素子313a～313dへ入射して、信号として取り出される。

【0069】本実施の形態によれば、半導体レーザ素子302と半導体レーザ素子304とを一直線上に配置することができ、かつ、半導体レーザ素子303と半導体レーザ素子305とを一直線上に配置することができるので、複数の半導体レーザ素子間の発光点間隔を小さくすることができる。

【0070】特に、凸起308の側面に対する半導体レーザ素子302、303、304、305の、それぞれ的主ビームL7、L8、L9、L10の入射角度を45度に近づけることができる。

【0071】本実施の形態で用いられる半導体レーザ素子302、303、304、305の例としては、波長780nmのAlGaAs系レーザ、波長650nmのAlGaInP系レーザ又は波長420nmのGaN系レーザを挙げることができる。そして、これらを組み合わせて用いることにより、多波長型の半導体レーザ装置を得ることができる。また、例えば波長650nmの、AlGaInP系高出力レーザとAlGaInP系自励発振レーザ、波長780nmの、AlGaAs系高出力レーザとAlGaAs系自励発振レーザというような、2種類の波長のものを2つつづ用いてもよい。

【0072】下記(表2)に、半導体レーザ素子302、303、304、305の具体的な組み合わせと、読み取り又は書き込み可能な光ディスクとの関係を示す。

【0073】

【表2】

302	303	304	305	対応可能な光ディスク
波長 650nm 出力 5mW	波長 780nm 出力 100mW	波長 780nm 出力 5mW	波長 410nm 出力 5mW	CD,CD-RW, DVD-ROM, HD-DVD-ROM
波長 650nm 出力 5mW	波長 650nm 出力 100mW	波長 780nm 出力 5mW	波長 410nm 出力 5mW	CD,DVD-ROM, DVD-RAM, HD-DVD-ROM
波長 650nm 出力 5mW	波長 650nm 出力 100mW	波長 780nm 出力 5mW	波長 780nm 出力 100mW	CD,CD-RW, DVD-ROM, DVD-RAM
波長 650nm 出力 5mW	波長 780nm 出力 5mW	波長 410nm 出力 5mW	波長 410nm 出力 30mW	CD,DVD-ROM, HD-DVD-RAM

【0074】次に、半導体レーザ装置としての上記半導体装置301を用いて構成される光ピックアップ装置について、図9を参照しながら説明する。この光ピックアップ装置の基本的な構成は、上記第1の実施の形態と同様である。

【0075】図8、図9に示すように、この光ピックアップ装置においては、半導体装置301から出射される主ビームL7、L8、L9、L10、上にホログラム素子324とコリメータレンズ325とが順に配置されている。ホログラム素子324とコリメータレンズ325

とは、光ディスク326上に主ビームL7、L8、L9、L10が焦点を結ぶように配置されている。半導体装置301は、筐体322内に載置され、カバーガラス323によって封止されている。ホログラム素子324は、カバーガラス323の上に載置されている。そして、光ディスク326からの戻り光ビームがコリメータレンズ325、ホログラム素子324を順に通過して、再び半導体装置301に入射し、受光素子313a～313dによって光ディスク326の情報として検出される。

【0076】図10Aに示すように、ホログラム素子324には、半導体装置301に面する側に主ビームL7、L8、L9、L10のそれぞれを0次、+1次及び-1次の回折光に分離するための回折格子327が設けられている。また、図10Bに示すように、ホログラム素子324には、光ディスク326に面する側に戻り光ビームL7'、L8'、L9'、L10'のそれぞれを受光素子313a～313dのそれぞれに導くための回折格子328が設けられている。

【0077】この光ピックアップ装置の構成においては、複数の半導体レーザ素子間の発光点間隔を小さくすることのできる半導体装置301を用いているので、レンズ等の光学系をより単純化することができる。その結果、安価な光ピックアップ装置を実現することができる。

【0078】尚、本実施の形態においては、各受光素子313a～313dが、凸起308から各受光素子313a～313dへ向かう方向に細長く3分割された受光領域を有するように構成されているが、必ずしもこの構成に限定されるものではない。例えば、図11に示すように、受光素子313a～313dのそれぞれを、その分割された方向が半導体レーザ素子302、303、304、305のそれぞれの端面に沿うか又はそれぞれの端面に平行となるように配置してもよい。このように構成すれば、半導体レーザ素子302、303、304、305が載置される位置がずれた場合であっても、光ディスクからの戻り光ビームL7'、L8'、L9'、L10'が受光素子313a～313dの分割された方向にずれるだけですむので、受光素子313a～313dのそれぞれに入射する戻り光ビームL7'、L8'、L9'、L10'の量がほとんど変化することはない。すなわち、図11に示すように受光素子313a～313dを配列することにより、光ピックアップ装置の組立精度に対する要求を緩和することができるので、光ピックアップ装置の組立歩留まりを向上させることができる。

【0079】また、上記第1～第3の実施の形態においては、シリコン基板として(100)9、7°オフ面を主面としたものが用いられているが、必ずしもこの構成に限定されるものではない。特に反応性イオンエッチングを施して凹部、凸起及び小凸起を設ける場合に、(1

00)ジャスト面を主面としたシリコン基板を代わりに用いても、同様の効果が得られる。尚、この反応性イオンエッチングを施す際に、シリコン基板の上にマスクとして形成するレジストの厚さを、図12A、図13Aに示すように面内において変化させれば、図12B、図13Bに示すように反射ミラー面の角度を変化させることができる。これにより、反射ミラー面の角度を設計どおりに調節することが可能となる。

【0080】また、上記第1～第3の実施の形態においては、凸起として四角錐台状のものが用いられているが、凸起の形状としては必ずしもこれに限定されるものではない。例えば、凸起として三角錐台や六角錐台等の形状のものをを用い、凸起を構成するそれぞれの側面に対向するように半導体レーザ素子を配置してもよい。特に、上記第3の実施の形態においては、三角錐、四角錐、六角錐等の、先の尖った凸起を用いてもよい。

【0081】また、上記第1～第3の実施の形態においては、凹部を構成する底面の形状が正方形又は十字形である場合を例に挙げて説明したが、必ずしもこの構成に限定されるものではない。凹部を構成する底面の形状は、例えば、長方形、六角形、八角形等であってもよい。

【0082】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、複数の半導体レーザ素子間の発光点間隔を小さくすることできると共に、半導体レーザ素子に高出力動作を行わせた場合に発生する熱が他の半導体レーザ素子に及ぶことを防止することができる。また、レンズ等の光学系をより単純化して、安価な光ピックアップ装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における半導体装置を示す斜視図

【図2】本発明の第1の実施の形態における半導体装置を示す断面図

【図3】本発明の第1の実施の形態における半導体装置から出射される主ビームの様子を示す断面図

【図4】本発明の第1の実施の形態における光ピックアップ装置を示す断面図

【図5】本発明の第1の実施の形態における半導体装置の他の例を示す斜視図

【図6】本発明の第2の実施の形態における半導体装置を示す斜視図

【図7】本発明の第2の実施の形態において用いられる反応性イオンエッチングの様子を示す断面図

【図8】本発明の第3の実施の形態における半導体装置を示す斜視図

【図9】本発明の第3の実施の形態における光ピックアップ装置を示す断面図

【図10】Aは本発明の第3の実施の形態における光ビ

ックアップ装置に用いるホログラム素子を半導体装置に面する側から見た図、Bはそのホログラム素子を光ディスクに面する側から見た図

【図11】本発明の第3の実施の形態における半導体装置の他の例を示す斜視図

【図12】本発明の実施の形態におけるシリコン基板に対して反射ミラー面形成する工程を示す断面図

【図13】本発明の実施の形態におけるシリコン基板に対して反射ミラー面形成する工程の他の例を示す断面図

【図14】従来技術における半導体装置を示す斜視図

【図15】従来技術における半導体装置の他の例を示す断面図

【符号の説明】

101、201、301 半導体装置

102、103、202、203、204、205、302、303、304、305 半導体レーザ素子

104、206、306 シリコン基板

105、207、307 凹部

106、208、308 凸起

107、108、209、210、211、212、309、310、311、312 反射ミラー面

109、213、313a、313b、313c、313d 受光素子

110、111、214、215、216、217、314、315、316、317 モニタ用受光素子

112、113、218、219、220、221、318、319、320、321 小凸起

114、324 ホログラム素子

115、322 筐体

116、323 カバーガラス

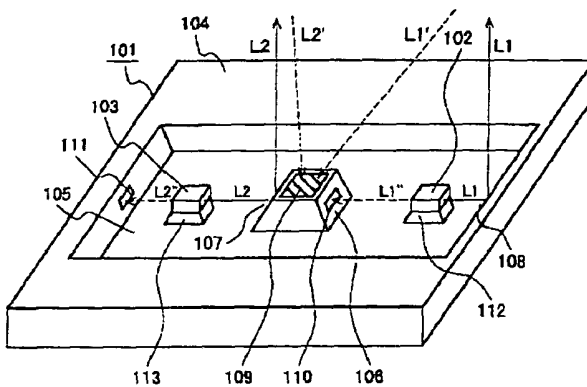
117、325 コリメータレンズ

118、326 光ディスク

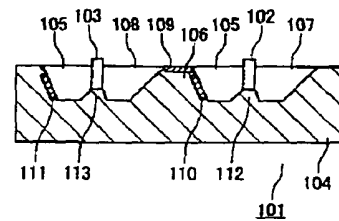
222 マスク

327、328 回折格子

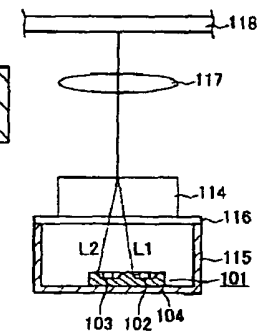
【図1】



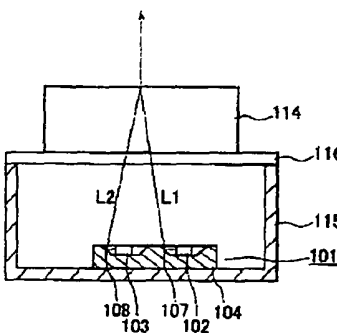
【図2】



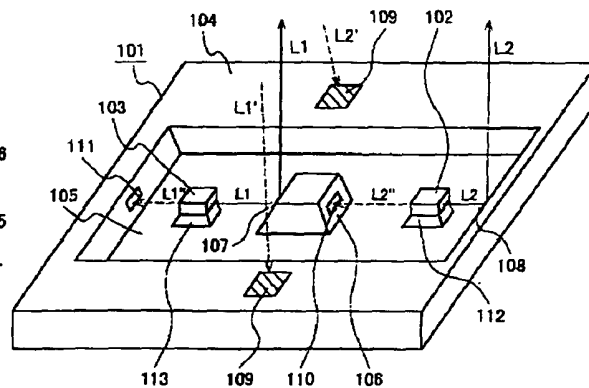
【図4】



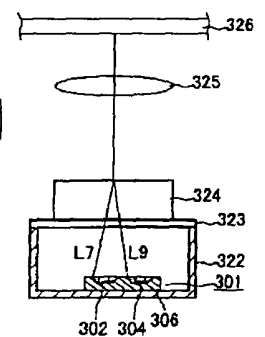
【図3】



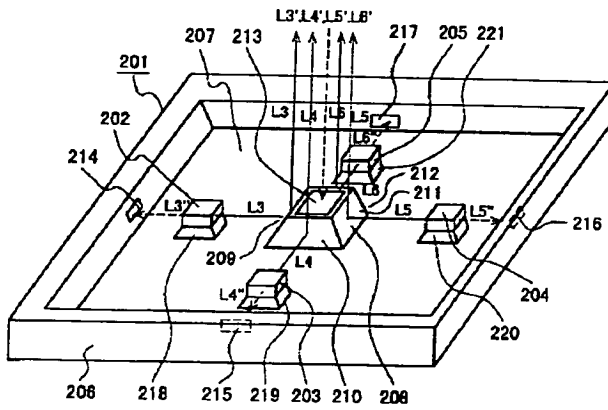
【図5】



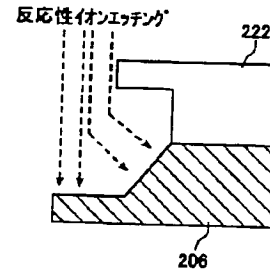
【図9】



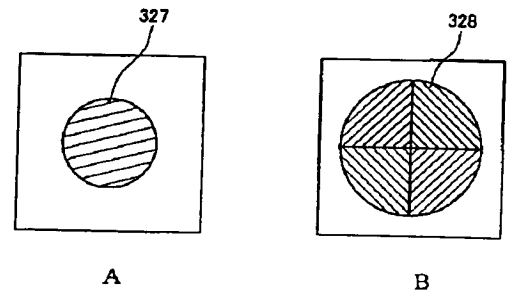
【図6】



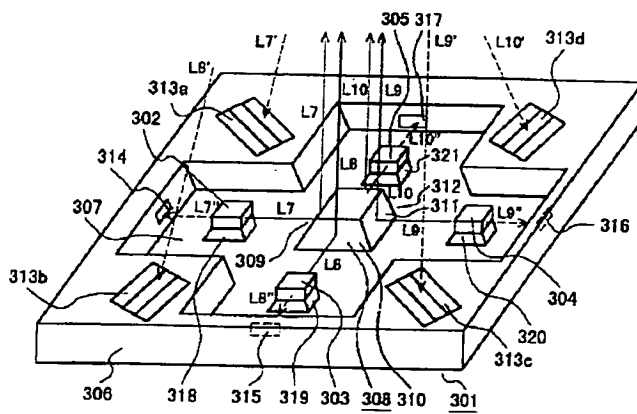
【図7】



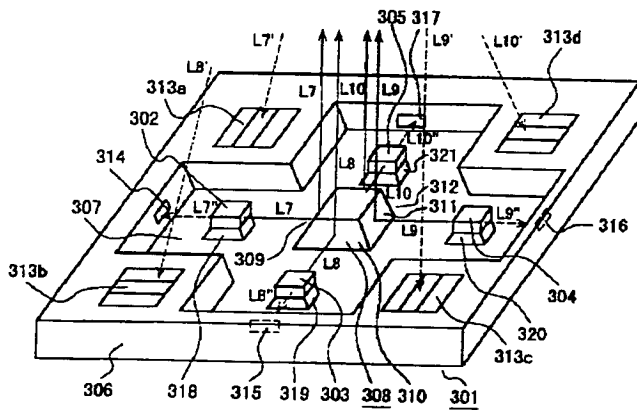
【図10】



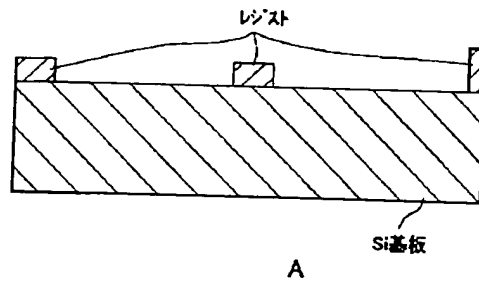
【図8】



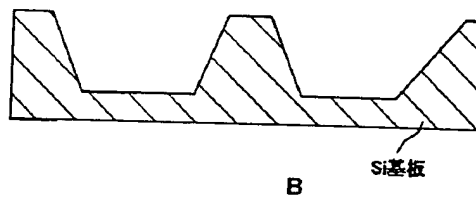
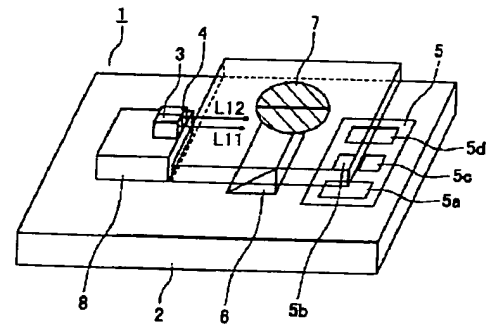
【図11】



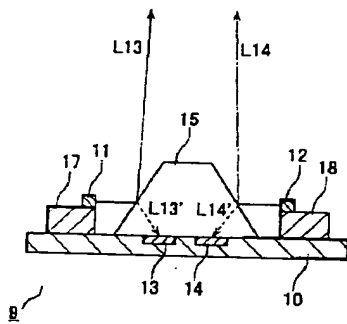
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

H01S 5/40

識別記号

F I

H01S 5/40

特許庁 (参考)